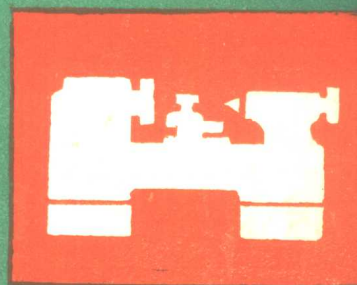


964689

TG502
7179
2

金属切削机床

顾熙棠 迟建山 胡宝珍 主编 (下册)



上海科学技术出版社

金属切削机床

(下册)

顾熙棠 迟建山 胡宝珍 主编

上海科学技术出版社

内 容 提 要

《金属切削机床》分为上、下两册。上册共包括:绪论、机床运动分析、车床、齿轮加工机床、数控机床、其他机床等六章,介绍金属切削机床的基本原理与构造。下册共包括:绪论、机床总体设计、主传动设计、进给传动设计、主轴组件设计、支承件设计、导轨设计、控制系统设计等八章,系统地介绍金属切削机床设计与计算的基本原则、方法及最新进展等。

本书可供高等院校机械制造工艺及设备专业、机械设计与制造专业师生作教材使用,并可供有关工程技术人员阅读参考。

责任编辑 史全富

金属切削机床

(下册)

顾熙棠 迟建山 胡宝珍 主编

上海科学技术出版社出版

(上海瑞金二路450号)

新华书店上海发行所发行 上海新华印刷厂印刷

开本 787×1092 1/16 印张 16.5 字数 386,000

1993年4月第1版 1993年4月第1次印刷

印数 1—5,500

ISBN7-5323-3127-X/TG·91(课)

定价: 4.90元

(沪)新登字 108 号

前 言

原书《金属切削机床设计》(上、下册)自 1979 年问世以来,承蒙广大读者的厚爱,并在使用中提出了一些宝贵意见。编写组根据 1982 年 10 月全国机制专业教材编审委员会机床编审小组会议对原书的评审和修订意见,对原书作了修订,于 1985 年出版修订本(第二版)。

第二版以原书上册内容为基础,选入了原书下册部分内容。保持了原书风格,并增加了某些新内容。原书下册的主要内容修订为《组合机床设计》,另成一书。

第二版发行至今已逾六年。鉴于科技发展和教学改革需要,编写组感到必须根据 1991 年 10 月全国机制专业教学指导委员会会议的精神和会议制订的教学大纲,作再次修订,出版《金属切削机床》上册和下册。上册内容为金属切削机床概论;下册系由《金属切削机床设计》(修订本)修订而成,内容为金属切削机床设计。

《金属切削机床》下册共分八章,仍保留第二版的体系和特色,在内容上作了必要的更新和增删。

参加《金属切削机床》下册修订工作的有:第一章迟建山;第二章顾熙棠;第三章胡宝珍;第四章胡宝珍、王仁德;第五章郑岳、金瑞琪;第六、七章刘谨、陈敏贤;第八章迟建山。下册由顾熙棠、迟建山、胡宝珍主编。

参加原书编写和第二版修订的,除本书和《组合机床设计》修订人员外,还有:陈光耀、王启义、章继伟、郑成龙、毛锡鹤、庄三元、黄允中、陈贞念、郭之鑽、杨志玉、马之行、梁允奇、高承煜。

本书在历次修订过程中得到了兄弟院校、工厂及设计部门有关同志的大力支持和热情帮助,在此深表感谢。限于作者的水平,错误和不足之处还会存在,恳请大家批评指正。

编者 1992年4月

8402108

目 录

第一章 绪论	1
§1-1 设计机床的基本要求.....	1
§1-2 设计机床的方法和步骤.....	9
一、设计机床的方法	9
二、设计机床的步骤	11
习题与思考题	12
第二章 机床总体设计	14
§2-1 机床总体方案的拟定.....	14
一、机床总体方案的依据	14
二、工艺分析	16
三、机床总体布局.....	19
§2-2 机床主要技术参数的确定.....	27
一、主轴转速的确定.....	28
二、进给量的确定.....	35
三、主运动驱动电动机功率的确定.....	35
四、进给驱动电动机功率的确定.....	38
五、快速运动的速度和电动机功率的确定.....	38
§2-3 整机静、动态特性分析在机床总体设计中的应用	40
习题与思考题	42
第三章 主传动设计	45
§3-1 主传动概述.....	45
一、主传动类型及其应用.....	45
二、主传动的组成部分.....	45
三、主传动的设计要求.....	48
四、主传动的设计程序.....	48
§3-2 主传动的运动设计.....	48
一、转速图.....	48
二、结构网及结构式.....	52
三、主传动运动设计要点.....	53
四、转速图的拟定.....	56
五、齿轮齿数的确定.....	58
六、齿轮的布置与排列.....	64
§3-3 主传动的几种特殊变速方式.....	65
一、交换齿轮传动系统.....	65
二、多速电动机传动系统.....	66

三、采用混合公比的传动系统·····	68
四、扩大变速范围的传动系统·····	69
五、采用公用齿轮的传动系统·····	73
六、无级变速传动系统·····	74
§3-4 主传动的结构设计·····	75
一、主传动的布局及变速方式·····	75
二、主传动的开停装置·····	78
三、主传动的制动装置·····	79
四、主传动的换向装置·····	81
五、计算转速的确定·····	82
习题与思考题·····	85
第四章 进给传动设计 ·····	87
§4-1 进给传动概述·····	87
一、进给传动类型及其应用·····	87
二、进给传动的组成·····	87
三、进给传动的特点·····	87
四、快速空行程传动·····	89
§4-2 低速运动平稳性和防止爬行的措施·····	91
一、爬行现象和机理·····	91
二、爬行的临界速度·····	92
三、消除爬行的措施·····	93
§4-3 数控机床进给传动及其运动部件·····	94
一、数控机床进给传动的组成及特点·····	94
二、伺服电动机·····	94
三、滚珠丝杠螺母机构·····	97
四、传动齿轮间隙的消除·····	101
五、位移检测装置·····	103
六、伺服进给系统的设计计算·····	110
§4-4 机床内联系传动链设计·····	115
一、传动精度概述·····	115
二、误差的来源和传递规律·····	116
三、提高传动精度的措施和内联系传动链的设计原则·····	118
习题与思考题·····	120
第五章 主轴组件设计 ·····	121
§5-1 主轴组件概述·····	121
一、主轴组件的组成、功用及特点·····	121
二、主轴组件的基本要求·····	121
§5-2 主轴组件的布局·····	127
一、两支承主轴轴承的配置型式·····	127
二、三支承主轴组件·····	129
三、典型配置型式简介·····	129
四、传动件的合理布置·····	132

§5-3 主轴	134
一、主轴的结构	135
二、主轴的材料与热处理	136
三、主轴的技术要求	137
§5-4 主轴滚动轴承	138
一、常用主轴滚动轴承的类型	139
二、滚动轴承间隙的调整和预紧	140
三、滚动轴承的精度与配合	144
四、滚动轴承支承刚度的计算	146
§5-5 主轴滑动轴承	147
一、液体动压轴承	147
二、液体静压轴承	149
三、空气静压轴承	153
§5-6 主轴组件的计算	153
一、主轴组件结构参数的确定	153
二、主轴组件的验算	159
三、主轴组件计算举例	163
四、主轴组件动态计算简介	166
§5-7 提高主轴组件性能的一些措施	169
一、提高主轴组件的旋转精度	169
二、提高主轴组件的刚度	170
三、提高主轴组件的抗振性	171
四、控制主轴组件的温升和热变形	172
习题与思考题	173
第六章 支承件设计	175
§6-1 支承件概述	175
一、支承件的功用	175
二、支承件的基本要求	175
§6-2 支承件的静刚度	176
一、受力和变形分析	176
二、提高支承件静刚度的途径	179
§6-3 支承件的动态特性	185
一、动态分析	185
二、固有频率和主振型	186
三、改善支承件动态特性的措施	188
§6-4 支承件的热变形特性	189
一、热平衡和温度场	189
二、热变形和热应力	190
三、减少热变形的措施	190
§6-5 支承件的结构设计	191
一、形状和尺寸的确定	191

二、材料的选择	193
三、结构工艺性	195
§6-6 支承件的试验和计算	195
一、模型试验	195
二、有限元计算	197
三、计算机辅助设计	200
习题与思考题	200
第七章 导轨设计	201
§7-1 导轨概述	201
一、导轨的分类	201
二、对导轨的基本要求	202
三、设计内容	203
§7-2 滑动导轨	203
一、滑动导轨的结构	203
二、导轨的间隙调整装置	206
三、滑动导轨的设计计算	208
§7-3 其他类型导轨	214
一、卸荷导轨	214
二、动压导轨	215
三、静压导轨	215
四、气压导轨	216
五、滚动导轨	217
§7-4 提高导轨耐磨性的措施	221
一、合理选择材料及热处理	222
二、采用合理的导轨表面粗糙度和加工方法	224
三、采取可靠的防护和润滑	224
四、改变导轨摩擦性质	225
习题与思考题	226
第八章 控制系统设计	227
§8-1 控制系统概述	227
一、控制系统的功用	227
二、控制系统的组成	227
三、控制系统的分类	228
§8-2 操纵机构	229
一、对操纵机构的要求	229
二、操纵机构的分类	229
三、变速操纵机构正常工作的两个条件	230
§8-3 集中变速操纵机构	232
一、顺序变速集中操纵机构	232
二、选择变速集中操纵机构	235
三、预选变速集中操纵机构	237
四、变速中使齿轮顺利啮合的措施	239

§8-4 顺序控制系统.....	240
一、矩阵式顺序控制.....	240
二、步进式顺序控制的程序编制.....	241
三、可编程顺序控制.....	243
四、可编程控制器的控制系统设计.....	243
§8-5 数字程序控制系统.....	246
§8-6 适应控制系统.....	248
习题与思考题.....	250
附录 本书技术名词的汉、英文对照.....	251

第一章 绪 论

机床工业是机器制造业的重要部门,担负着为农业、工业、科学技术和国防现代化提供技术装备的任务,是使现代化工业生产具有高生产率和先进的技术经济指标的保证。设计机床的目标就是选用技术先进、经济效益显著的最佳可行方案,以获得高的经济效益和社会效益。

因此,从事机床设计的人员,应不断地把经过实践检验的新理论、新技术、新方法应用到设计中,做到既要技术先进,又要经济效益好。要不断地吸收国外的成功经验,做到既要符合我国国情,又要赶超国际水平。要不断地开拓创新,设计和制造出更多的生产率高、静态动态性能好、结构简单、使用方便、维修容易、造型美观、耗能少、成本低的现代化机床。

§ 1-1 设计机床的基本要求

在现代科学技术高度发展的情况下,同一技术问题可以用不同方案来解决,不同方案有不同的技术经济效益。机床技术经济效益的分析可分为三段进行:(1)在选择机床设计方案时进行多方案的技术经济效益估算和比较,从中选出最佳方案。(2)机床总体设计完成后,进行技术经济效益的预算和分析。(3)机床试制完成后,在验收时进行技术经济效益的核算和分析,并加以改进。

对于机床技术经济效益,需有若干科学、简明、实用的指标,把技术因素和经济因素相结合,当前效益与长远效益相结合,定量指标和定性指标相结合来进行综合评价。这些评价指标,可归纳为如下几方面的基本要求。

1. 工艺范围

任何一台机床所能完成的加工工件类型、工件尺寸、毛坯形式和工序都是有一定范围的。如一台通用机床可以完成一定尺寸范围内的各种工件的多种工序加工,而专用机床只能完成一种或几种工件的特定工序。一般来说,工艺范围窄,则机床结构较简单,容易实现自动化,生产率也较高。但机床工艺范围过窄,会限制加工工艺和产品的革新;而盲目扩大机床工艺范围将使机床结构趋于复杂,不能充分发挥各部件性能,甚至影响机床主要性能的提高,增加机床成本。

通用机床的工艺范围是在试图以最少的品种规格、经济地满足国民经济各部门需要的指导思想下规定的。专用机床的工艺范围,主要根据用户的实际需要、工件特点和生产批量等决定。因通用机床多用于单件小批生产,在同一机床上要求完成多种多样的工作,还要适应不同使用部门的需要,故通用机床工艺范围较宽。专用机床多用于大批量生产,是针对特定工件或特定工序设计的,故其工艺范围较窄,但是,可提高生产率,保证加工质量,简化机床结构,降低机床成本。

为了扩大机床工艺范围,可在各种通用机床,尤其是大型机床和专用机床上增设多种附

件,或把不同的工种综合到一台机床上,如车镗床、镗铣床等。

有些特形工件虽然批量不大,但使用通用机床或不能满足要求,或占用通用机床不经济,必须设计专用机床。这时其工艺范围与生产批量无关,主要从满足工件要求和简化机床方面考虑。

2. 静态精度

机床应保证被加工工件达到要求的精度和表面粗糙度,并能在机床长期使用中保持这些精度和表面粗糙度。工件的精度和表面粗糙度是由机床、刀具、夹具、切削条件和操作者等多方面因素决定。就机床方面来说,要保证被加工工件的精度和表面粗糙度,机床本身就必须具备一定的精度。其中在空载条件下检测的精度称为静态精度,如几何精度、运动精度、传动精度、定位精度等。

几何精度是指机床在不运转时部件间相互位置精度和主要零件的形位精度。如主轴中心线对滑台移动方向的平行度或垂直度,主轴的轴向窜动和径向跳动,工作台移动的直线度等。几何精度主要决定于机床制造和装配质量。

运动精度是指机床在以工作速度运行时主要零部件的几何位置精度,如高速运动的主轴或工作台的几何位置,会随油膜的动压效应及滑动面的形位误差而变化,这种变化虽然很小,但对加工精度要求较高的磨床、坐标镗床来说就不能忽视。这种变化量越大,说明机床的运动精度越低。

传动精度是指机床传动链各末端执行件之间运动的协调性和均匀性。对内联系传动链传动精度尤其重要。如精密丝杠车床主轴和刀架之间的传动链、滚齿机刀具主轴和工件主轴之间的传动链等,要求传动链两端执行件保持严格的传动比。传动精度由传动系统的设计、传动件的制造和装配精度决定。

定位精度是指机床主要部件运动到要求位置时,所能达到的精度。如坐标镗床的主轴和工作台之间,沿坐标轴方向的相对位移精度,就代表坐标镗床的定位精度。对于数控镗铣床则应按照给定的程序依次自动到位并定位,达到要求的定位精度。定位精度主要取决于机床上使用的刻线尺、光栅等测量元件的精度和机床运动部件实现微量位移的能力。此外也与主要部件的精度、刚度、运动惯性等有关。

3. 动态精度

机床是在受载荷状态下工作的,因此,静态精度还不能完全反映机床的加工精度。如有的机床虽然静态精度较高,但在切削力作用下产生较大的变形和振动,实际加工精度并不高。所以还必须要求机床有一定的动态精度。

机床的动态精度是指机床在重力、夹紧力、切削力、各种激振力和温升作用下,主要零部件的形位精度,它反映机床的动态质量。目前,我国还没有统一的检验标准,机床制造厂主要通过加工规定试件所达到的精度和粗糙度,作为对机床动态精度的考核,间接的对机床动态精度作出综合评价。

影响机床动态精度的主要因素有机床的弹性变形、振动和热变形等。

一般情况下,机床的刚度越大则动态精度越高。机床的刚度包括构件本身刚度和构件之间接触刚度。机床的构件本身刚度取决于构件的材料性质、截面形状、截面尺寸、肋板分布、窗孔的影响等。机床的接触刚度不仅与接触面的材料、几何尺寸、硬度有关,而且还与接触面的表面粗糙度、加工方法、相对运动方向、接触面间的介质、预紧力等因素有关。

切削过程中机床的振动不仅会降低加工精度、工件表面质量和刀具耐用度,影响生产率,加速机床的损坏。而且会产生噪声,使操作者容易疲劳。机床的振动可分为受迫振动和自激振动两类。受迫振动是由机床外部或内部振源而引起的振动。自激振动是由机床、刀具、夹具、工件振动系统与切削过程相互作用而产生的振动。它包括切削自激振动和摩擦自激振动。其产生原因是切削过程的动态不稳定或运动质量的动态不稳定等。一般把机床抵抗受迫振动的能力称为抗振性,把抵抗切削自激振动的能力称为切削稳定性,把抵抗摩擦自激振动的能力称为低速运动稳定性。

影响机床振动的主要因素有机床的刚度、阻尼特性、固有频率等。其中提高机床系统的阻尼是提高机床抗振性和稳定性的有效方法。机床结构的阻尼包括构件材料的内阻尼和部件结合部分的摩擦阻尼。机床结构的阻尼主要由结合部分的摩擦阻尼决定。而结合部分的摩擦阻尼又决定于接触面积、表面状态和预紧力等因素。

机床属多自由度振动的系统,具有多个固有频率。在其中某一个固有频率下自由振动时,各点振幅的比值称为主振型。对应于最低固有频率的主振型称为一阶主振型,依次有二阶、三阶……等阶主振型。机床的振动乃是各阶主振型的合成。因此研究机床的振动就要研究机床的主振型。

机床由于外部热源(包括阳光照射及环境温度)和内部热源(如电机、齿轮箱、轴承、液压、电器系统和切削热等)的影响,使机床各部分温度发生变化,而不同材料的热膨胀系数各异,因此机床各部分的变形不同,导致机床产生热变形。它不仅会破坏机床的原始几何精度,加快运动件的磨损,甚至会影响正常运转。据统计,机床在长期工作中由于热变形而使被加工工件产生误差最大可占全部误差的70%。特别对精密机床、大型机床和自动化机床,热变形的影响尤其不能忽视。目前,机床个别部件或整机在热稳定状态下的平均温升的计算只能在一定的简化条件下进行,温度场的分布还是通过实测和电模拟方法确定。近年来发展了模型试验法和有限单元法来确定温度场和热变形。

机床按精度可分为普通精度机床、精密机床(代号M)、高精度机床(代号G)和精密母机床。大多数机床属于普通精度机床。精密机床是在普通精度机床的基础上,提高了主轴、导轨或丝杠等主要零件的制造精度。高精度机床不仅提高了主要零件的制造精度,而且采用了保证高精度的机床结构。以上三种精度等级的机床均有相应的精度标准,其允差若以普通精度级为1,则大致比例为1:0.4:0.25。精密母机床用于制造精密机床的主要零件和传动副,具有更高的精度。

4. 精度保持性

机床长时间保持其合格精度的性能称精度保持性。精度保持性差的机床,降低了设备利用率,加大了机床维修工作量,缩短了机床寿命,浪费社会劳动,增加了材料和能源消耗。

机床精度保持性差的原因是主要零部件耐磨性差、支承件的变形和维护不当。因此要提高精度保持性,在设计机床时必须正确选择材质,合理地确定零件热处理方法,重视润滑系统、密封系统和防护系统的设计。精度保持性与使用中的维护密切相关,设计中要同时制定机床的维护方法和使用须知。

5. 生产率和自动化

机床的生产率根据生产纲领决定。常用单位时间内机床所能加工出的工件数量表示。

$$Q = \frac{1}{t_0} = \frac{1}{t_c + t_a + t_p/n} \quad (1-1)$$

式中: Q ——单位时间内的工件数量;

t_0 ——单件总时间;

t_c ——单件切削时间;

t_a ——单件辅助时间(如装卸工件、开停机床、快进、快退等);

t_p ——加工一批工件的准备终结时间(如调整机床、装卸工夹具等循环外的辅助时间);

n ——每批工件数量。

从式 1—1 可以看出,要提高生产率,须缩短 t_c 、 t_a 、 t_p 。缩短 t_c 的方法有提高切削用量,采用多刀、多件、多工位加工等。缩短 t_a 和 t_p 的方法有实现机械化、自动化、快速装夹、快速换刀、自动测量等。这些都和机床有关。

通过对上式的进一步分析还可以知道,要提高 Q ,单靠减少 t_c 或 t_p 是有一定限度的,必须使 t_c 、 t_a 和 t_p 同时减少才更有效。设计专用机床时,当 t_c 与 t_a 和 t_p 相比 t_c 较大时,自动化程度对生产率影响不大,提高生产率主要应减少 t_c 。当 t_c 较小时,自动化才显得迫切。因此从提高生产率的角度考虑,高速机床主要应提高自动化程度,而自动化程度高的机床则主要使机床高速化。

机床自动化程度可用自动化系数表示:

$$k_a = \frac{t_{an}}{t_{cy}} \quad (1-2)$$

式中: t_{an} ——一个工作循环中由机床自动进行工作的时间;

t_{cy} ——完成一个工作循环的总时间。

为了提高机床的生产率和自动化程度,就要在保证工件加工质量的前提下,以最经济的方法合理地利用刀具,最大限度地缩短机动时间和辅助时间。因此现代机床多采用高速磨削(80m/s 以上)、高速插齿(1000c/min 以上)、高速车削(500m/min 以上)和强力切削等;大力发展各种组合机床、数控机床和自动换刀数控镗铣床;在机床上广泛采用自动测量、自动补偿、自动调刀、自动显示等先进技术;发展适应控制加工机床和计算机控制的柔性制造系统,为建立更多的自动生产线、自动化车间、自动化工厂(FA)打下基础。

数控机床可提高中小批生产的加工效率,它综合地利用了计算技术、自动控制、精密测量和机床结构设计的最新成就。其主要特点是灵活性大、适应能力强、生产率高,尤其是加工形状复杂的工件时更有其独到之处。它与传统的自动化机床不同,当改变加工工件时,在数控机床上除重新装夹工件和更换刀具外,一般只要变更控制介质即可,如变更磁带、穿孔卡、穿孔带或拨码开关的位置。除此之外,不需对机床作大的调整,全部加工过程即能自动进行,大大缩短了辅助时间和机动时间。能适应多品种小批量生产提高生产率的要求,是实现机床自动化的重要方向。

在自动换刀数控镗铣床的基础上,近十几年来又发展了柔性制造系统(FMS)。这是一种具有较大灵活性的高自动化生产系统。极大地提高了生产率和自动化的程度。目前国外先进国家已普遍使用,我国也有数十套切削加工和磨削加工柔性制造系统正在运行和建立中。

柔性制造系统是在计算机统一控制下,由多台数控机床(CNC)、工件自动交换、刀具自动交换、储运系统和辅助装置等组成的一组加工设备,可在不停机的情况下完成多种小批量零件加工,并具有一定管理功能的自动化生产系统。柔性制造单元(FMC)是 FMS 向小型化、廉价化发展的结果,更具有普遍推广应用价值。

例如国内研制的某车削柔性加工单元(CH6144FMC)配置有机械手及 21 工位工作输送带。它可以根据不同加工工件的需要,配置相应的动力和非动力刀具,能进行多种材料圆柱面的任意部分车、铣、攻丝及曲面加工,并可识别多种工件,实现无人化自动操作。整机采用全封闭的卧式布局,机、电、液、气一体化的自动控制。配有自动排屑、刀具检测、自动门等装置。适用于多品种小批量的现代化生产。

柔性制造系统的进一步发展,就出现了自动化工厂和由工业机器人服务的无人化工厂即计算机集成制造系统(CIMS)。

6. 噪声

不同频率和不同强度的声音,无规律地组合在一起即成噪声。但通常从生理学观点,指一切对人们生活和工作有妨碍的声音称为噪声。噪声损伤人的听觉器官和生理功能,妨碍语言通讯,降低劳动生产率,是一种公害。

由于现代机床切削速度的提高,功率的增大,自动化功能的增多和机床变速范围的扩大,降低机床噪声已经成为设计和制造中一个不容忽视的问题。

声音的大小一般以声压级来衡量。声压单位是 Pa。正常人的耳朵能听到的最大声音的声压是最小声音的百万倍,因此直接用声压值来表示很不方便,习惯上用相对量的对数值即声压级来表示。

$$L_p = 10 \lg \frac{P^2}{P_0^2} = 20 \lg \frac{P}{P_0} \text{ (dB)} \quad (1-3)$$

式中: L_p ——声压级(dB);

P_0 ——基准声压,噪声中常用的基准声压是 0.00002Pa。基准声压对应于声压级标准中的“0”dB 值;

P ——被研究的声压。

这样就把声压变化范围变成 0~120dB 的声压级变化范围(图 1-1)。

声压级没有量纲,是表示声音的客观量。为了使声音的测量结果能反映出人耳对声音在听觉上的主观感受,在声级计中加入了频率计权网络,以修正仪器的频率响应。频率计权网络分 A、B、C 三种, C 网络能使所有频率的声音一样通过而不予衰减, B 网络使低频段有一定衰减, A 网络使 500Hz 以下的频率段声音有一定衰减。用 A 网络测得的噪声值较为接近人耳对噪声的感觉,因此常用 A 网络测得的声级来代表噪声大小,称为 A 声级,记为 dB(A)。经过频率计权后得出的声压级称为噪声级,它已不是一个表征噪声的客观量。而是一个人们评价噪声的主观量了。

机床噪声的测量应按照《金属切削机床噪声测量标准》的要求进行,一般机床允许噪声不大于 85dB(A),精密机床不大于 75dB(A)。

机床主要噪声源是齿轮、油泵、轴承和风扇等。噪声可直接从这些零件发出,还可通过

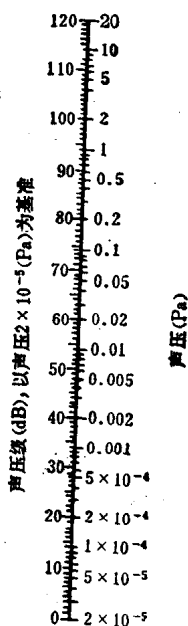


图 1-1 声压和声压级间的关系

其周围的构件作二次发射,故应从控制噪声的生成和隔声两方面着手降低噪声。控制噪声的生成应找出机床最主要的噪声源,并采取降低噪声的措施。如传动系统的合理安排,轴承及齿轮结构的合理设计,提高主轴箱体和主轴系统的刚度,避免结构共振,选用合理的润滑方式和轴承结构形式等。又如将齿圈与幅板分离,在分层面加摩擦阻尼,通过减振达到消声目的。从隔声方面降低噪声主要是根据噪声的吸收和隔离原理,采取隔声措施。如齿轮箱严格密封,选用吸声材料作箱体罩壳等。

7. 可靠性

可靠性就是机床在规定使用期间内,其功能的稳定程度。也就是要求机床不轻易发生或尽可能少发生故障。所谓故障就是机床或其零部件失去规定性能。可靠性对任何产品都是极其重要的指标,对于机床制造企业来说,是提高产品信誉,增强产品竞争力的主要手段,在企业经营中有相当重要的作用。

为了维持使用可靠性所采取的措施称为维护。使用中的可靠性要靠检查、分解、修理、变换、调整和清洗等各种维护手段来维持。要求机床设计时就要考虑机床维护问题,如机床的操纵、观察、调整、装卸工件和工具应方便;机床维护简单,使用安全;零部件便于拆装,有互换性,易于查找故障进行修理,并便于包装、运输、安装和保管等。使用安全包括操作者的安全,误动作的防止,超载、超程的保护,有关动作的互锁,用检测试验和报警等手段确认动作状态,探测故障和缺陷,记录和跟踪故障趋向等。

衡量可靠性的主要尺度有:

(1) 可靠度 指机床或零件在规定条件下,在规定时间内,执行所规定的功能无故障运行的概率。用以时间 t 为随机变量的分布函数 $R(t)$ 表示:

$$R(t) = 1 - F(t) = 1 - \int_0^t f(t) dt = \int_t^{\infty} f(t) dt \quad (1-4)$$

式中: $F(t)$ ——不可靠度;

$f(t)$ ——故障概率密度分布函数。

(2) 平均故障间隔 它指发生故障但经修理能继续使用的机床,其相邻故障之间工作时间的平均值。

(3) 故障率 指机床工作到某一时刻时,在连续的单位时间内发生故障的概率。可用发生故障的条件概率密度函数表示。其单位是单位时间内的百分数。

故障率也可用平均故障率表示:

$$\text{平均故障率} = \frac{\text{规定时间内的总故障数}}{\text{总工作时间}} \quad (1-5)$$

(4) 经济尺度 从费用方面考虑可靠性可使用以下经济尺度:

$$\text{成本比} = \frac{\text{全年维护费}}{\text{购买费}} \quad (1-6)$$

$$\text{单位时间的费用} = \frac{\text{维护费} + \text{运转费}}{\text{工作时间}} \quad (1-7)$$

衡量机床的可靠性是在使用阶段,但决定机床的可靠性却主要是在设计和研制阶段。所以必须把提高可靠性的重点放在机床设计时。

8. 标准化

机床品种系列化、零部件通用化和零件标准化,统称为标准化。提高标准化程度对发展机床品种、规格、数量和质量,对机床的制造、使用与修理,对于新产品设计和老产品革新等方面都有十分重要的意义。标准化是我国一项重要的技术政策,也是产品设计的方向。

系列化包括机床参数标准的制订、型谱的编制和产品的系列设计,主要用于通用机床,目的是用最少的品种规格的机床,最大程度地满足国民经济各部门的需要。

不同型号的机床采用相同的零部件称零部件通用化。这些适用于不同品种机床中的零部件称为通用件。通用化使零部件品种减少,生产批量增加,便于组织生产,降低机床成本,缩短设计制造周期,加快机床品种的发展。

机床设计中应尽量使用国际和国内规定的标准和标准化零件。标准件可以外购或按规定标准制造。能极大地节省设计和制造工作量。据统计,由专业厂大量生产所提供的紧固件,其成本仅为一般生产的 $1/8 \sim 1/4$,材料利用率达 $80\% \sim 95\%$ 。

一般以通用零件在零件总数(标准化零件除外)中所占的百分比来表示机床的通用化程度;用标准零件在零件总数中所占的百分比来表示机床的标准化程度。通常,生产某一类机床的制造厂家,其平均通用化程度可达 50% 左右。标准化程度达 80% 左右。

为了克服通用化零部件在性能上难于完全适应不同产品要求的特点,发展了模块化设计方法。模块化就是对具有相同功能的零部件,根据不同的用途和性能,设计出多种可以互换的模块,供选用。模块化缩短了设计和制造周期,兼顾了制造厂和用户的利益,大大提高了多品种生产的能力。模块化可应用于一种部件设计或部件中的组件设计,也可以应用于某些支承件设计。

9. 造型与色彩

机床的造型与色彩是机床功能、结构、工艺、材料及外观形象的综合表现,是科学与艺术的结合。按照人机学的要求进行机床造型与色彩的设计是机床设计中不可忽视的内容。

人机学是综合研究人——机械——环境的一门科学,在机床造型与色彩设计中所涉及到的人机学问题有:人与机床的关系;同人体的各种能力有关的机床本身及环境因素的处理;视觉、听觉及其他感觉的输入途径选择和相互关系;操作件、观察表盘、开关按钮的合理布置;充分考虑造型及色彩对人的生理特征与心理因素的效果等。

机床的造型要根据机床的功能和特点决定。简洁明快,美观大方,使用舒适是所有机床对造型的共同要求。简洁的外型便于制造,符合人的视觉特征,看后易于记忆,印象深刻。使用舒适能防止疲劳,提高效率,少出差错。如将操作手柄集中在人的主操作位置、设计坐着操作的机床、站着操作的靠式座椅、可调整高度的操作面板等。

机床的造型有曲线型、方型和梯型三种。目前趋向以方型和梯型相结合的“梯型”造型的最大特点是利用斜线斜面构型,增加造型的多变性和生动感。加之一般上小下大能增强稳定感。

机床色彩的设计应有利于产品功能的发挥,符合时代特点,满足使用对象、环境的审美要求。色彩设计应充分表达产品功能特征并与使用环境相协调。如底座,为耐油污和表示稳定用色宜深沉,面板要求醒目用色要对比度强又不刺眼,警示部分色调要鲜艳夺目以引起注意。

我国机床传统色为灰色,其优点是不眩目,不易造成视觉疲劳。但明度较低,使人有平淡沉闷的感觉。机床理想的颜色是黄色系和绿色系中的一些颜色,如淡黄、奶黄、淡绿、果绿

等。因黄色属比较温和的颜色,给人以柔和、明快的感觉,而绿色给人的感觉最为舒适,它有新鲜安全之感。

机床色彩要充分利用各种材料的质地纹理和加工的效果,使其组成机械制造产品特征的色彩意境。应避免用手工工艺的装饰手法去表现现代工业产品的外观形象。色彩的安排要有明确的基调,注意配合的主次,避免一件产品上色彩繁多杂乱,机床主体色一般一至二色。

整体的协调统一是任何造型艺术的基本尺度,也是衡量机床造型与色彩效果的主要标准。造型与色彩设计要有创造性,应不断掌握客观规律、资料情报、人的生理与心理要求及时代特点等,根据具体情况灵活运用有关知识,创造出具有时代气息的造型和色彩风格。

10. 成本

机床设计完成后,经过试制、生产,最终要交付用户使用。为提高使用价值,必须用最低的成本获得产品必要的功能。

价值、功能、成本三者关系可用下式表达:

$$\text{价值} = \frac{\text{功能}}{\text{成本}} \quad (1-8)$$

由式可知,功能一定成本降低或成本一定功能增加,都使价值提高。式中所说的功能主要包括产品性能、产品使用方便性、外观(形状、色彩)、维护简单、产品寿命等。这种评价不仅取决于技术方面,而且还加入了用户的爱好、经济能力和使用目的等因素,所以不是绝对的。但要使生产的机床保持在社会的高水平上,必须不断提高功能,降低成本,这是毫无异议的。因此,从机床设计开始就要对机床进行全面的价值分析。

用户购买机床用于生产,除了考虑购入成本外,还要考虑使用时必需花费的操作与动力成本,维护修理成本,以及作为废物处理时收回的成本。这四项成本构成所谓“寿命周期成本”。这就要求机床设计人员和机床生产厂家要树立全面的成本观念。

尽量减少零件,降低机床金属消耗量,改善零部件的加工和装配工艺性,是降低成本最基本的方法。

机床金属消耗量可用机床单位传动功率所分担的机床重量表示:

$$M = \frac{G}{P} \text{ (kg/kW)} \quad (1-9)$$

式中: G ——机床重量(kg);

P ——机床主传动功率(kW)。

M 越小表示机床所消耗的材料越少。因不同类型机床 M 值差别很大,所以上式多用在设计新机床时和国内外已有同类机床进行比较。近年来随着机床功率的加大和新材料的应用, M 值有下降的趋势。

机床结构工艺性是由机床零件上加工表面的数量、尺寸精度、复杂程度、对制造厂的适应性,以及标准化、通用化程度等来评定的。工艺性差使机床制造修理费用增加,周期加长,直接影响机床成本。

上述各项要求互相联系又互相制约。如要求精度高则生产率往往受到限制;若精度和生产率都要求很高,则制造就可能比较困难,成本也将提高。因此,设计机床时必须从实际情况出发。合理地解决各项要求之间的矛盾,既要抓住重点又要照顾一般,通常应优先考